

Multi-path search method and device of CDMA communication system

Patent number: CN1315792
Publication date: 2001-10-03
Inventor: CHEN YUAN (CN); DUAN WEIMING (CN)
Applicant: HUAWEI TECH CO LTD (CN)
Classification:
- international: *H04J13/02; H04J13/02; (IPC1-7): H04J13/02*
- european:
Application number: CN20000115314 20000330
Priority number(s): CN20000115314 20000330

Report a data error here

Abstract of **CN1315792**

A multi-path search method for CDMA system includes such steps as follows: alpha filter of multi-path search energy window output from matching correlator, and judging the search energy windows by dual-gate noise threshold and the most strong multi-path threshold. Its search equipment is composed of matching correlator, alpha filter, dual-threshold multi-path judger, search window skid device and multi-path distributor. Its advantages include strong multi-path capture power and less hardware overhead.

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁷

H04J 13/02

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 00115314.5

[43]公开日 2001 年 10 月 3 日

[11]公开号 CN 1315792A

[22]申请日 2000.3.30 [21]申请号 00115314.5

[71]申请人 华为技术有限公司

地址 518075 广东省深圳市科技园科发路华为用
服大厦

[72]发明人 陈 媛 段为明

[74]专利代理机构 上海专利商标事务所

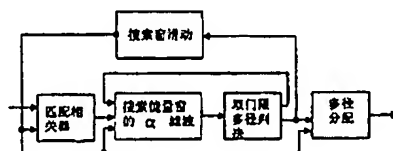
代理人 周 成

权利要求书 3 页 说明书 7 页 附图页数 2 页

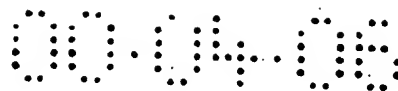
[54]发明名称 码分多址通信系统的多径搜索方法及其装置

[57]摘要

本发明公开了码分多址通信系统的多径搜索方法及其装置,该方法对匹配相关器输出的多径搜索能量窗进行 α 滤波,然后在对搜索能量窗采用了双门噪声门限和最强多径门限共同对多径进行判决。搜索装置由匹配相关器、搜索能量窗的 α 滤波、双门限多径判决、搜索窗滑动以及多径分配组成。搜索装置具有很强的多径捕获能力,并且能够节省匹配相关器的硬件开销,能适应不同的多径信道环境,无论是户内信道或是车载信道,均有很好的多径捕获性能。



ISSN 1008-4274



权 利 要 求 书

1、一种码分多址通信系统的多径搜索方法，其特征在于：该方法先对匹配相关器输出的搜索能量窗进行 α 滤波；然后用双门限判决方法对 α 滤波得到的搜索能量窗进行多径判决；多径判决输出的候选多径一路经由多径分配得到多径输出，另一路经由搜索窗滑动得到搜索窗滑动信号；最后将该信号反馈到匹配相关器和 α 滤波单元以调整搜索窗位置。

2、如权利要求1所述的码分多址通信系统的多径搜索方法，其特征在于，该方法进一步包含如下步骤：

a. 用匹配相关器对输入信号和本地PN码进行相关运算，得到对应于搜索窗的每个搜索相位的一组相关能量值，即为搜索能量窗；

b. 对匹配相关器输出的搜索能量窗进行 α 滤波，以得到 α 滤波后的搜索能量窗；

c. 当多径更新时，从最新的 α 滤波后的搜索能量窗中寻找相关能量最大的最强多径，以得到最强多径门限；

d. 从 α 滤波后的搜索能量窗中寻找N条能量最强的多径作为一组候选多径，N的取值应不小于RAKE接收支路的条数；

e. 估计 α 滤波后的搜索能量窗的平均噪声，以得到噪声门限；

f. 利用步骤c和步骤e得到的两个门限，对步骤d得到的N条多径进行双门限多径判决，以得到一组新的候选多径；

g. 将步骤f得到的一组新的候选多径用于步骤e的平均噪声估计，重复步骤e和步骤f进行M次回溯，以得到最终的搜索能量窗的平均噪声估计和一组候选多径，并将其中最终得到的平均噪声估计反馈到搜索能量窗的 α 滤波单元，再将最终得到的一组候选多径送至多径分配和搜索窗滑动单元；

h. 将步骤f得到的候选多径分配给RAKE接收的各条支路；

i. 最后搜索窗滑动单元将步骤f得到的候选多径得到搜索窗的滑动信号反馈给匹配相关器和搜索能量窗的 α 滤波单元，以控制搜索窗的滑动。



3、如权利要求2所述的码分多址通信系统的多径搜索方法，其特征在于，所述的步骤b中对匹配相关器输出的搜索能量窗进行 α 滤波时，遵循公式 $(1 - \alpha) \times A + \alpha \times B$ ，先将历史 α 滤波输出的搜索能量窗的每个相位的能量值都设置为0；

然后对每次匹配相关器输出的搜索能量窗的所有相位都进行 α 滤波；

再将得到的 α 滤波后的搜索能量窗一方面送到多径判决，另一方面存储作为下一次 α 滤波的历史 α 滤波输出的搜索能量窗用于下一次的 α 滤波中。

4、如权利要求2所述的码分多址通信系统的多径搜索方法，其特征在于，所述的步骤c中最强多径门限的获取是从 α 滤波后的搜索能量窗中选择相关能量的最大值，将比该相关能量值低R分贝数的相关能量值作为最强多径门限，R的取值在8 ~ 12之间。

5、如权利要求2所述的码分多址通信系统的多径搜索方法，其特征在于，所述的步骤d中候选多径按如下步骤确定：

首先设置 α 滤波后的搜索能量窗中所有相位均为有效相位；

再从 α 滤波后的搜索能量窗的有效相位中寻找能量最大的相位，将该相位作为一条候选多径，然后将该相位及其左右各r个码片以内的相位设置为无效相位，r的取值为0.8 ~ 1之间；

最后重复上一步骤直到找到N条候选多径；

6、如权利要求2所述的码分多址通信系统的多径搜索方法，其特征在于，所述的步骤e中平均噪声的估计的确定是先去掉 α 滤波后的搜索能量窗中的候选多径的相位和各条候选多径左右各一个码片内的相位，然后再将搜索能量窗中的其他相位的相关能量值平均，即得到了平均噪声。

7、如权利要求2或6所述的码分多址通信系统的多径搜索方法，其特征在于，所述的步骤e中噪声门限比平均噪声估计高一个固定的分贝数，该分贝数的取值在2 ~ 4之间。

8、如权利要求2所述的码分多址通信系统的多径搜索方法，其特征在于，所述的步骤f中双门限多径判决是首先选择最强多径门限和噪声门限中的较大者作为判决门限，再将步骤d所得到的N条候选多径分别与该判决门限做比较，如果高于该判决门限，则作为新的候选多径，否则不作为新的候选多径。

9、如权利要求2所述的码分多址通信系统的多径搜索方法，其特征在于，所述的步骤g中回溯次数M的取值在1~3次之间。

10、如权利要求2所述的码分多址通信系统的多径搜索方法，其特征在于，所述的步骤i中搜索窗滑动信号是从候选多径中选择相位相差最大的两条候选多径，然后计算这两条候选多径的平均相位，用该平均相位减去搜索窗的中心位置的相位值。

11、一种码分多址通信系统的多径搜索装置，其特征在于，

该装置包含匹配相关器单元、搜索能量窗的 α 滤波单元、双门限多径判决单元、多径分配单元、搜索窗滑动单元，其中：

匹配相关器单元对输入信号和本地PN码进行相关运算，以得到对应于搜索窗的每个搜索相位的一组搜索能量窗；

搜索能量窗的 α 滤波单元对输入的搜索能量窗进行 α 滤波，以得到 α 滤波后的搜索能量窗；

双门限多径判决单元从 α 滤波后的搜索能量窗中筛选出候选多径；

多径分配单元将候选多径分配给RAKE接收的各条支路；

搜索窗滑动单元根据输入的候选多径计算得到搜索窗滑动信号。



说明书

码分多址通信系统的多径搜索方法及其装置

本发明涉及码分多址(CDMA)移动通信系统,更具体地说,是指一种码分多址通信系统的多径搜索方法及其装置。

陆地移动通信信道的主要特征是多径传播。由于码分多址移动通信系统采用了宽带的扩频信号,码元周期相比移动信道的多径时延扩展小很多,因此在接收端存在多条可分辨的多径信号。由于这些多径信号是经过不同的传播路径到达接收机的,因此它们是彼此相互独立的衰落信号,利用多径信号的 RAKE 接收机能显著提高多径信道下的接收性能,而准确捕获和锁定多径信号的多径搜索是 RAKE 接收机的关键部分。

在码分多址(CDMA)扩频通信中,现有的公认较好的多径搜索方法如下:采用匹配相关器对接收信号和本地 PN 码做相关运算,得到对应于搜索能量窗的每个搜索相位的一组相关能量值,构成搜索能量窗;然后在多径更新周期内,将当前的相关运算得到的搜索能量窗与上次的搜索能量窗做同相位累加(非相干累加),得到用于多径判决的搜索能量窗;多径判决单元估计搜索能量窗的平均噪声电平,并进一步得到噪声门限,然后用该噪声门限对搜索能量窗的多径进行一次判决,得到一组候选多径;搜索窗滑动单元根据候选多径的分布,得到搜索窗滑动信号;多径分配单元将候选多径分配到 RAKE 接收的各条支路;

在陆地移动通信信道中,不但多径的强度变化剧烈,而且多径的位置也会因移动台相对基站的移动而变化。多径强度的剧烈变化会显著降低搜索能量窗的多径分辨能力,现有的非相干累加的方法虽然能够一定程度上克服多径强度剧烈变化对搜索能量窗的分辨能力的影响,但是存在如下缺陷:其一、由于非相干累加必须在一个多径更新周期内完成,因此非相干累加次数有限,从而限制该方法对多径分辨能力的改善,其二、非相干累加的方法要求在一个多径更新周期内完成多次相干累加运算,相关运算的频率高,对硬件资源消耗较大。而在多径判决单元中,现有的噪声估计方法显得粗糙,原因是:由于噪声估计是在门限判决之前进行的,噪声估计时所要排除的候选多径信息是不准确的,因此噪声估计的准确性会受影响。现有的

多径判决单元采用单一的噪声门限进行多径判决，当信道中多径能量分布较分散时，该方法是合适的，但是当信道中的多径能量分布集中于少数多径时，单一的噪声门限判决会将噪声作为候选多径输出，从而降低 RAKE 接收的性能，因此单一的噪声门限判决的信道适应能力较差。

为此，本发明的目的是针对现有的码分多址通信系统的多径搜索方法存在的上述问题，提出的一种新颖的码分多址通信系统的多径搜索方法，同进提供一种为实施该方法而使用的多径搜索装置，

为了实现上述目的，

本发明采用的多径搜索方法为：先对匹配相关器输出的搜索能量窗进行 α 滤波；然后用双门限判决方法对 α 滤波得到的搜索能量窗进行多径判决；多径判决输出的候选多径一路经由多径分配得到多径输出，另一路经由搜索窗滑动得到搜索窗滑动信号；最后将该信号反馈到匹配相关器和 α 滤波单元以调整搜索窗位置。

本发明采用的多径搜索装置包含匹配相关器单元、搜索能量窗的 α 滤波单元、双门限多径判决单元、多径分配单元、搜索窗滑动单元，其中：

匹配相关器单元对输入信号和本地 PN 码进行相关运算，以得到对应于搜索窗的每个搜索相位的一组搜索能量窗；

搜索能量窗的 α 滤波单元对输入的搜索能量窗进行 α 滤波，以得到 α 滤波后的搜索能量窗；

双门限多径判决单元从 α 滤波后的搜索能量窗中筛选出候选多径；

多径分配单元将候选多径分配给 RAKE 接收的各条支路；

搜索窗滑动单元根据输入的候选多径计算得到搜索窗滑动信号。

本发明的方法和为施该方法采用的装置具有如下优点：

第一、本发明采用对多径搜索能量窗进行 α 滤波的方法来提高搜索能量窗的多径分辨能力，相比现有的非相干累加的方法而言，一方面该方法不受多径更新周期的限制，因此能够得到多径分辨能力更好的搜索能量窗，另一方面该方法还能降低相关运算的频率，从而节省相关运算资源。

第二、在多径搜索能量窗的噪声估计中采用了回溯方式，将多径判决的结果用于噪声估计，因此能够较为准确地排除候选多径，得到较为准确的噪声估计。

第三、双门限判决的方式的采用。设置了比最强多径低固定分贝数的最强径门限，然后将最强径门限与噪声估计中得到的噪声门限相比较，从两个门限中选择较大的一个作为判决门限用于多径判决，这样既保留了现有的单一的噪声门限判决的优点，同时还弥补了在多径能量集中于少数多径时单一的噪声门限的不足。

下面结合附图和实施例，对本发明的方法和装置作进一步地详细说明：

图 1 为本发明的多径搜索装置原理示意框图。

图 2 为本发明采用回溯搜索能量窗的平均噪声的工作流程示意图。

图 3 为本发明采用双门限判决原理示意图。

该方法先对匹配相关器输出的搜索能量窗进行 α 滤波；然后用双门限判决方法对 α 滤波得到的搜索能量窗进行多径判决；多径判决输出的候选多径一路经由多径分配得到多径输出，另一路经由搜索窗滑动得到搜索窗滑动信号；最后将该信号反馈到匹配相关器和 α 滤波单元以调整搜索窗位置。

该方法进一步包含如下步骤：

- a. 用匹配相关器对输入信号和本地 PN 码进行相关运算，得到对应于搜索窗的每个搜索相位的一组相关能量值，即为搜索能量窗；
- b. 对匹配相关器输出的搜索能量窗进行 α 滤波，以得到 α 滤波后的搜索能量窗；
- c. 当多径更新时，从最新的 α 滤波后的搜索能量窗中寻找相关能量最大的最强多径，以得到最强多径门限；
- d. 从 α 滤波后的搜索能量窗中寻找 N 条能量最强的多径作为一组候选多径，N 的取值应不小于 RAKE 接收支路的条数；
- e. 估计 α 滤波后的搜索能量窗的平均噪声，以得到噪声门限；
- f. 利用步骤 c 和步骤 e 得到的两个门限，对步骤 d 得到的 N 条多径进行双门限多径判决，以得到一组新的候选多径；
- g. 将步骤 f 得到的一组新的候选多径用于步骤 e 的平均噪声估计，重复步骤 e 和步骤 f 进行 M 次回溯，以得到最终的搜索能量窗的平均噪声估计和一组候选多径，并将其中最终得到的平均噪声估计反馈到搜索能量窗的 α 滤波单元，再将最终得到的一组候选多径送至多径分配和搜索窗滑动单元；
- h. 将步骤 f 得到的候选多径分配给 RAKE 接收的各条支路；

i. 最后搜索窗滑动单元将步骤 f 得到的候选多径得到搜索窗的滑动信号反馈给匹配相关器和搜索能量窗的 α 滤波单元, 以控制搜索窗的滑动.

所述的步骤 b 中对匹配相关器输出的搜索能量窗进行 α 滤波时, 遵循公式 $(1 - \alpha) \times A + \alpha \times B$, 先将历史 α 滤波输出的搜索能量窗的每个相位的能量值都设置为 0;

然后对每次匹配相关器输出的搜索能量窗的所有相位都进行 α 滤波;

再将得到的 α 滤波后的搜索能量窗一方面送到多径判决, 另一方面存储作为下一次 α 滤波的历史 α 滤波输出的搜索能量窗用于下一次的 α 滤波中.

若记匹配相关器输入的搜索能量窗的第 i 个相位的相关能量为 A , 并记历史 α 滤波输出的搜索能量窗的与之对应的相位的相关能量为 B , B 由如下方法确定: 假设当前搜索能量窗相对历史搜索能量窗滑动了 x 个相位, 则当历史搜索能量窗包含第 $(x+i)$ 个相位时, B 就是历史搜索能量窗第 $(x+i)$ 个相位上的相关能量值, 否则 B 取值为当前输入的搜索能量窗的平均噪声.

则 α 滤波后的搜索能量窗的相应第 i 个相位的相关能量为 $(1 - \alpha) \times A + \alpha \times B$, 其中的 α 是 α 滤波系数, α 取值在 $0.8 \sim 1$ 之间.

所述的步骤 c 中最强多径门限的获取是从 α 滤波后的搜索能量窗中选择相关能量的最大值, 将比该相关能量值低 R 分贝数的相关能量值作为最强多径门限, R 的取值在 $8 \sim 12$ 之间.

所述的步骤 d 中候选多径按如下步骤确定:

首先设置 α 滤波后的搜索能量窗中所有相位均为有效相位;

再从 α 滤波后的搜索能量窗的有效相位中寻找能量最大的相位, 将该相位作为一条候选多径, 然后将该相位及其左右各 r 个码片以内的相位设置为无效相位, r 的取值为 $0.75 \sim 1$ 之间;

最后重复上一步骤直到找到 N 条候选多径;

所述的步骤 e 中平均噪声的估计的确定是先去掉 α 滤波后的搜索能量窗中的候选多径的相位和各条候选多径左右各一个码片内的相位, 然后再将搜索能量窗中的其他相位的相关能量值平均, 即得到了平均噪声.

所述的步骤 e 中噪声门限比平均噪声估计高一个固定的分贝数, 该分贝数的取值在 $2 \sim 4$ 之间.

所述的步骤 f 中双门限多径判决是首先选择最强多径门限和噪声门限中的较大者作为判决门限，再将步骤 d 所得到的 N 条候选多径分别与该判决门限做比较，如果高于该判决门限，则作为新的候选多径，否则不作为新的候选多径。

所述的步骤 g 中，回溯重复的次数为 M，M 的取值在 1 ~ 3 次之间，回溯的目的是为了得到较精确的平均噪声估计，这就是平均噪声估计中采用的回溯方法。较大的 M 的取值一方面能够获得较准确的平均噪声估计，从而得到较准确的噪声门限，另一方面会增加运算资源，从两方面综合考虑，

所述的步骤 i 中搜索窗滑动信号是从候选多径中选择相位相差最大的两条候选多径，然后计算这两条候选多径的平均相位，用该平均相位减去搜索窗的中心位置的相位值。

请参阅图 1 所示，本发明的多径搜索装置包含匹配相关器单元、搜索能量窗的 α 滤波单元、双门限多径判决单元、多径分配单元、搜索窗滑动单元，其中：

匹配相关器单元在搜索窗范围内分别对天线输入信号和本地 PN 码做匹配滤波方式的相关运算，输出由不同搜索相位上的相关能量值构成的搜索能量窗。

搜索能量窗的 α 滤波单元对搜索能量窗做 α 滤波，输出 α 滤波后的搜索能量窗。

双门限多径判决单元每隔一个多径更新周期从搜索能量窗的 α 滤波单元获取最新的 α 滤波输出的搜索能量窗，经过判决后输出候选多径。

搜索窗滑动单元接受候选多径的输入，经处理后得到搜索窗滑动信号，该信号反馈到匹配相关器单元和搜索能量窗的 α 滤波单元，用于滑动搜索能量窗以跟踪多径漂移。

多径分配单元将候选多径分配到 RAKE 接收的各多径支路。

搜索能量窗的 α 滤波单元的工作过程是：

首先定义历史搜索能量窗为前次 α 滤波输出的搜索能量窗，初始化时由于还没有 α 滤波输出，此时的历史搜索能量窗的各相位的能量值均设置为 0， α 滤波是针对当前输入的搜索能量窗的相位进行的，记当前输入的能量窗的某个相位上的相关能量为 A，并记历史搜索能量窗的对应相位上的相关能量为 B，则输出的搜索能量窗中该相位的相关能量为 $(1 - \alpha) \times A + \alpha \times B$ ，其中的 α 是 α 滤波系数，取值在

0.8 ~ 1 之间。对输入的搜索能量窗中所有的相位都进行 α 滤波，并将得到的搜索能量窗作为下次 α 滤波的历史搜索能量窗。

由于当前输入的搜索能量窗可能相对历史搜索能量窗有滑动，因此在进行 α 滤波前必须将历史搜索能量窗与当前输入的搜索能量窗对齐，具体的做法是：假设当前输入的搜索能量窗相对历史搜索能量窗滑动了 x 个相位，则与当前搜索能量窗的相位 i 相对应的历史搜索能量窗的相位是 $(x+i)$ ，当历史搜索能量窗包含相位 $(x+i)$ 时，该相位上的能量将用于当前输入的搜索能量窗的相位 i 的 α 滤波中，当历史搜索能量窗不包含相位 $(x+i)$ 时，该相位上的能量的取值为当前输入的搜索能量窗的平均噪声。

请参阅图 2 所示，双门限多径判决单元中采用回溯方法得到较精确的搜索能量窗的平均噪声估计，工作过程如下：

首先根据输入的搜索能量窗得到一组能量最强的多径，并将该组多径作为候选多径，然后根据候选多径得到搜索能量窗的平均噪声估计，并进一步得到噪声门限，然后进行双门限多径判决，得到的新的候选多径将反馈用于平均噪声估计。其中，搜索能量窗的平均噪声估计的方法如下：根据候选多径信息，去掉搜索能量窗中候选多径的相位，并去掉各候选多径左右小范围(在 0.75 ~ 1 个码片之间)内的相位，将搜索能量窗中剩下的相位作为噪声的相位，平均所有噪声相位上的能量得到搜索能量窗的平均噪声估计。

在搜索能量窗的平均噪声估计中，候选多径信息直接影响噪声估计的准确性，本发明采用的回溯的方法利用了双门限多径判决得到的候选多径来估计平均噪声，考虑到经过双门限判决得到的候选多径是较为准确的，因此平均噪声估计相应地较为精确，进一步可以得到较为精确的噪声门限，而较精确的噪声门限可以提高双门限多径判决的性能，从而得到较为准确的候选多径信息，而准确的候选多径信息可以改善平均噪声估计。根据前面的分析可知，回溯方法不仅能够改善搜索能量窗的平均噪声估计，而且能够改善多径判决的性能。

请参阅图 3 所示，在进行多径判决时，采用了两个判决门限共同对多径进行判决。这两个判决门限分别是噪声门限 1 和最强多径门限 2，其中的噪声门限 1 由搜索能量窗的平均噪声估计得到，它比搜索能量窗的平均噪声高一个固定的分贝数，典型的取值为 2 ~ 4 个分贝，而最强多径门限 2 由搜索能量窗中的最强多径确定，

它比最强多径的能量值低一个固定的分贝数，典型的取值为 8 - 12 分贝。多径判决时，首先从搜索能量窗中找到一组能量最强的多径，称为初选候选多径集合，然后根据噪声门限 1 和最强多径门限 2，从初选候选多径集合中选择高于两个门限的相位作为候选多径，而其它的多径则不作为候选多径。

受到平均噪声估计中的回溯方法的影响，双门限多径判决会进行多次，每次的噪声门限都将得到改善，从而使判决性能更好。

多径判决中采用双门限的方法基于以下的考虑：

第一、设置最强径门限主要用于存在一条或很少几条的强烈的直射(或反射)多径的信道环境。在这种信道环境中，存在少量能量很强的多径，用噪声门限所得到的大多数候选多径的能量远低于最强径，而当候选多径的能量在最强径能量的-10dB 以下时几乎对 RAKE 合并的性能改善没有贡献，并且由于低的噪声门限可能引入噪声多径，RAKE 接收的性能反而会下降。通过设置最强径门限就可以解决这个问题。

第二、在不存在强烈的直射(或反射)多径的信道环境下，起作用的主要是噪声门限。噪声门限能够很好地剔除噪声多径，得到合理的候选多径。

因此，噪声门限和最强径门限的结合能提高多径搜索适应不同的信道环境的能力。

采用本发明的多径搜索方法和装置在宽带 CDMA 上行链路中经过了仿真模拟，仿真平台是 Synopsis 公司的系统仿真软件 Cossap，仿真结果验证了本发明有效性：在获得与现有的多径搜索装置最好的性能的前提下，本发明的多径搜索装置比现有的多径搜索装置节省 2/3 的匹配相关运算资源。

说明书附图

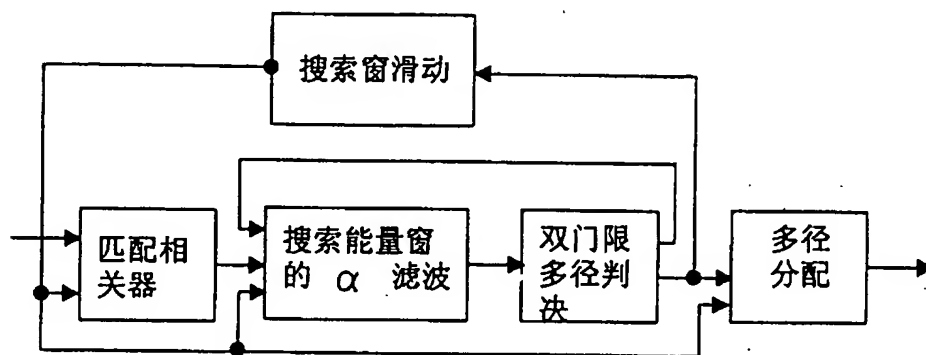


图 1

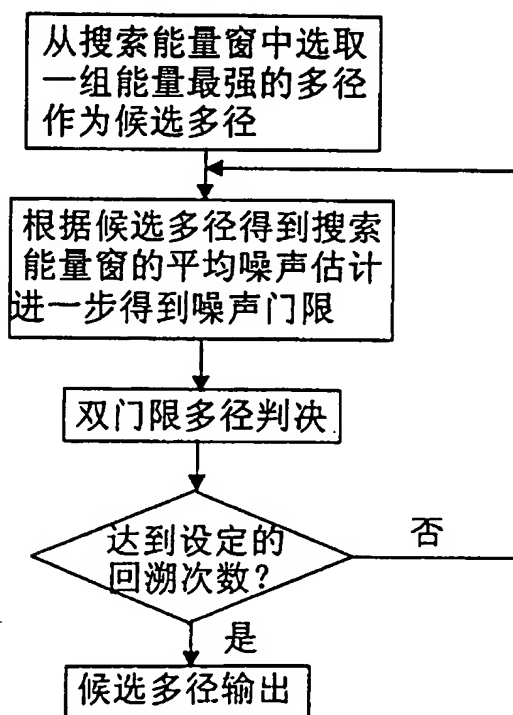


图 2

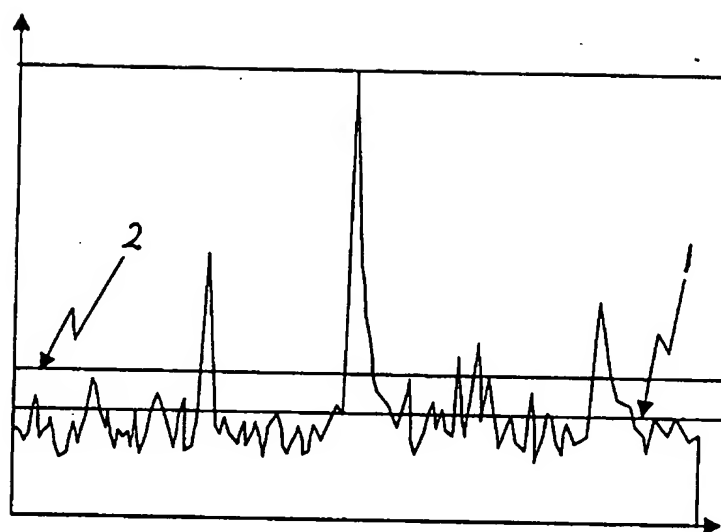


图 3